

A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in the Caribbean island States

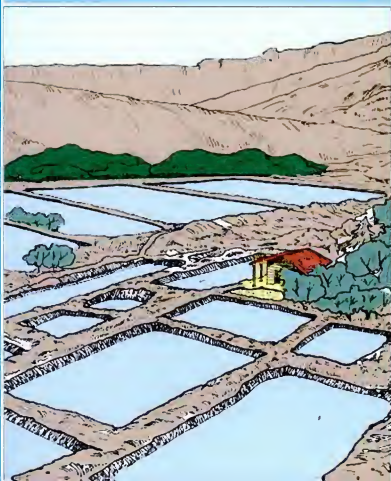
Una evaluación estratégica
de la potencialidad para la piscicultura
dulceacuícola en los Estados insulares
del Caribe

COPESCAL
TECHNICAL
PAPER

COPESCAL
DOCUMENTO
TÉCNICO

10

Suppl./Suppl.



UNITED NATIONS
28

Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in the Caribbean island States

Una evaluación estratégica
de la potencialidad para la piscicultura
dulceacuícola en los Estados insulares
del Caribe

by/por

James McDaid Kapetsky

Inland Water Resources and Aquaculture Service/
Servicio de Recursos de Aguas Continentales y Acuicultura
FAO Fisheries Department/Departamento de Pesca de la FAO
and/y

Bisessar Chakalall

FAO Subregional Office for the Caribbean/
Oficina Subregional de la FAO para el Caribe
Bridgetown, Barbados

COPESCAL
TECHNICAL
PAPER

COPESCAL
DOCUMENTO
TÉCNICO

10

Suppl./Supl.



Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Rome, Roma, 1996

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-44

ISBN 92-5-004211-6

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of the copyright owner. Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction, should be addressed to the Director, Information Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito con que ello se persigue, deberán enviarse a la Dirección de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

PREPARATION OF THIS DOCUMENT

This report is a cooperative effort of the Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI) and the Sub-regional Office for the Caribbean (SLAC).

The data and analyses used for this report are nearly identical to those described in "A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America" (COPESCAL Technical Paper No. 10, 1997 (ISBN 92-5-103989-5)). For reasons of economy, those are not repeated herein and the text in other sections has been minimized. Readers interested in more detail should request the parent document.

Comments are welcome and should be sent to the Chief, Inland Water Resources and Aquaculture Service, FAO, Rome 00100, Italy.

PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Este informe es el resultado de una iniciativa conjunta del Servicio de Recursos Acuáticos Continentales y Acuicultura (FIRI) y de la Oficina Subregional de la FAO para el Caribe (SLAC).

Los datos y análisis utilizados en este informe son casi idénticos a los descritos en el Documento Técnico de la COPESCAL N°10, 1997 (ISBN 92-5-303989-2), titulado "Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuicola en América Latina". Éstos no se repiten en este documento por razones de economía y se ha procurado tratar en la forma más sucinta posible los temas de algunos acápites. Los lectores interesados en información más pormenorizada pueden solicitar el referido documento.

Se invita encarecidamente a quienes lo deseen, a hacer llegar sus comentarios al Jefe, Servicio de Recursos Acuáticos Continentales y Acuicultura, FAO, 00100 Roma, Italia.

ACKNOWLEDGEMENTS

Mr Valentine Rodney, Head, Fisheries Division, Jamaica and Dr Frank Richardson, private consultant in the Dominican Republic, provided useful insights and practical advice while participating in the verification studies and a useful report was written by the latter.

The GIS analyses were carried out by Mr Fabio Grita, FAO GIS officer, and the GIS data for each field verification site were extracted by Ms Sabrina Agnesi, FAO GIS consultant.

AGRADECIMIENTOS

El Sr Valentine Rodney, Jefe de la Dirección de Pesca de Jamaica y el Dr Frank Richardson, consultor privado en la República Dominicana, hicieron un valioso aporte con sus penetrantes observaciones y consejos prácticos, al tiempo que participaron en los estudios de verificación. El Dr Richardson también aportó un valioso informe sobre el tema.

El Sr Fabio Grita, Oficial de SIG de la FAO, realizó los análisis del SIG; los datos del SIG para la verificación de cada sitio en terreno fueron extraídos de Sra Sabrina Agnesi, consultora de SIG de la FAO.

Distribution/ Distribución:

Directors of Fisheries, Caribbean Island States/
Directores de Pesca, Estados Insulares del Caribe
COPESCAL Focal Points/ Centros de Coordinación de la COPESCAL
FAO Fisheries Department/ Departamento de Pesca de la FAO

This One



29UD-KCK-3F19

Kapetsky, J.M.; Chakalali, B.

A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in the Caribbean Island States.

Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuicola en los Estados Insulares del Caribe.

COPESCAL Technical Paper/Documento Técnico de la COPESCAL. No. 10, Suppl./Supl. Rome/Roma, FAO. 1998. 41p.

ABSTRACT

This report describes the potential for inland fish farming among the Caribbean Island States based on methods used in an earlier study ("A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America", COPESCAL Technical Paper, No. 10, 1997) to estimate freshwater fish farming potential in Latin America. Four criteria were used to estimate potential for small-scale fish farming in ponds: water loss, potential for farm gate sales, soil and terrain suitability for ponds and availability of agriculture by-products as feed or fertilizer inputs. A fifth criterion was added in order to estimate potential for commercial fish farming: urban market potential. These criteria were weighted in different ways to make small-scale and commercial fish farming models on the basis of expert advice. Numbers of crops per year of Nile tilapia and common carp were predicted based on monthly climatic variables. By varying feeding levels and harvest sizes small-scale and commercial level outputs were simulated. Combining the small-scale and commercial models with the simulations of fish production provided overall suitability ratings for each 5 arc minute grid (approximately 9 x 9 km). Field verifications were carried out in Jamaica and the Dominican Republic.

The results suggest good potential for freshwater fish farming among many of the Caribbean Island States with relatively large areas rating very suitable or suitable for the combined criteria and with relatively high crops/year output of the species considered. The results of the field verifications indicated the importance of local knowledge for the interpretation of the predictions.

RESUMEN

Este informe describe la potencialidad para la piscicultura continental en los Estados Insulares del Caribe, determinada sobre la base de la metodología aplicada en un estudio anterior ("Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuicola en América Latina" Documento Técnico de la COPESCAL, No. 10, 1997) para estimar la potencialidad de la acuicultura dulceacuicola en América Latina. Se aplicaron cuatro criterios para estimar la potencialidad para la piscicultura de pequeña escala en estanques: pérdida de agua, potencialidad de las ventas en la granja, aptitud del terreno y del suelo para la construcción de estanques y disponibilidad de subproductos agrícolas como insumos en cuanto a fertilizantes o alimentos para animales. A éstos se agregó un quinto criterio a objeto de estimar el potencial para la piscicultura comercial, a saber, la potencialidad del mercado urbano. Estos criterios se ponderaron de diversas maneras para elaborar modelos de piscicultura comercial y de pequeña escala, de conformidad con una asesoría especializada. Se hicieron pronósticos sobre el número de cosechas anuales de tilapia del Nilo y de la carpa común sobre la base de variables climáticas mensuales. Efectuando variaciones en los índices de alimentación y en los tamaños de los peces al cosecharlos, se simuló rendimientos de la producción comercial y de pequeña escala. Al combinar los modelos de producción comercial y de pequeña escala con las simulaciones de la producción pesquera se obtuvieron clasificaciones generales de la aptitud global de cada cuadrícula de cinco minutos de arco (de aproximadamente 9 x 9 km). Se realizaron verificaciones de campo en Jamaica y en la República Dominicana.

Los resultados sugieren que muchos de los Estados Insulares del Caribe exhiben un buen potencial para la acuicultura dulceacuicola, y que cuentan con zonas relativamente extensas que clasifican como muy aptas o aptas para las combinaciones de criterios y con un rendimiento relativamente alto de cosechas/a para las especies consideradas. Los resultados de las verificaciones de campo señalaron la importancia que tiene el conocimiento local para la interpretación de los pronósticos.

CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	1
FRESHWATER FISH FARMING IN THE CARIBBEAN ISLAND STATES	1
MATERIALS AND METHODS	1
RESULTS	2
DISCUSSION AND CONCLUSION	8
REFERENCES	9
ANNEX: GIS ANALYSIS FOR THE ASSESSMENT OF FISH FARMING POTENTIAL IN THE CARIBBEAN	10

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	31
LA PISCICULTURA DULCEACUICOLA EN LOS ESTADOS INSULARES DEL CARIBE	31
MATERIALES Y METODOS	31
RESULTADOS	33
ANALISIS Y CONCLUSIONES	39
REFERENCIAS	40
ANEXO: ANALISIS CON UN SIG PARA EVALUAR LA POTENCIALIDAD PARA LA PISCICULTURA EN EL CARIBE	41

INTRODUCTION

This report is an extension of an earlier investigation entitled "A Strategic Assessment of the Potential for Freshwater Fish Farming in Latin America" (Kapetsky and Nath, 1997). It was intended to include the Caribbean Island states in the original study. However, the necessary data on precipitation were not available at the time. Since the Latin America study was completed, the data became available and Caribbean extension of the study was undertaken.

FRESHWATER FISH FARMING IN THE CARIBBEAN ISLAND STATES

Freshwater fish production from the Caribbean Island States was modest in 1996 (Fishery Information, Data and Statistics Unit, 1998), amounting to about 33,500 mt of which Cuba accounted for 83% consisting almost entirely of silver carp and tilapias. Jamaica produced about 3000 mt, nearly all tilapias. The Dominican Republic produced nearly 400 mt of which tilapias, common carp and giant river prawn were the most important. Freshwater fish farming output is on the increase in Cuba and Jamaica, but has decreased markedly in recent years in the Dominican Republic. Freshwater production among the other island states is relatively insignificant.

MATERIALS AND METHODS

Overview

The potential for inland fish farming among the Caribbean Island States is based on methods used in an earlier study to estimate freshwater fish farming potential in Latin America. Four criteria were used to estimate potential for small-scale fish farming in ponds: water loss, potential for farm gate sales, soil and terrain suitability for ponds and availability of agriculture by-products as feed or fertilizer inputs. A fifth criterion was added in order to estimate potential for commercial fish farming: urban market potential. These criteria were weighted in different ways on the basis of expert opinion to make small-scale and commercial fish farming models. Numbers of crops per year of Nile tilapia and common carp were predicted based on monthly climatic variables. By varying feeding levels and harvest sizes small-scale and commercial level outputs were simulated. Combining the small-scale and commercial models with the simulations of fish production provided overall suitability ratings for each 5 arc minute grid (approximately 9 X 9 km). Field verifications were carried out in Jamaica and the Dominican Republic.

Data and Analyses

All of the data and analyses for the present study were the same as those described by Kapetsky and Nath (1997), except those for precipitation. Readers are referred to that publication for the details.

Monthly precipitation data were acquired from Jones (1997) as interpolated images at 10 arc minute resolution. The interpolation process was inverse square distance weighting to

the nearest 5 climate stations with lapse rate correction to the NOAA TGP0006 10 minute grid elevation model.

Verification

Field verifications were carried out in Jamaica and in the Dominican Republic by one or both of the authors with the participation of informed experts to aid the selection of farms and to assist with interviews. A GPS receiver was used to establish locations.

Jamaica

An earlier study by Chakalall and Noriega-Curtis (1992) was used to select the parishes in which to work, namely those with most tilapia farming activity, in order to maximize the number of sites visited in the short time available for the exercise. Also, the earlier study indicated that larger-size commercial farms predominated in output and were the most common. Therefore, emphasis was placed on selecting commercial farms for the site verifications. The sites actually visited were determined by prior knowledge of the Head of the Fisheries Division who participated in the field work and by availability of the owner or managerial staff for interviews. In all, 21 sites were visited.

Dominican Republic

In the Dominican Republic the locations of 11 sites were acquired by GPS and interviews were conducted at 12 sites. The sites visited were selected with the help of a national aquaculture consultant. It should be mentioned that a number of farms were out of production at the time due to a variety of reasons.

Analyses

The locations of the farms were used to query the GIS to obtain the predicted suitability for small scale and commercial fish farming and the predicted number of crops per year of Nile tilapia and carp corresponding to the sites.

RESULTS

Maps and Histograms

The results for each criterion are presented in two ways. There is a map and a histogram for each. The map shows the spatial distribution of four categories of suitability:

Very suitable (VS)

Suitable (S)

Moderately suitable (MS)

Unsuitable (U)

The histogram shows the relative amount of surface area in each country corresponding to each category of suitability. For simplicity, only the first three categories are shown: VS, S and MS.

Farming System Criteria

- Market size and proximity

Market size and proximity are based on population density at urban centres and estimated travel time along roads to reach urban markets.

Because the population of most of the countries among the Caribbean Island States is relatively dense and because there are many urban centres in close proximity to one another and to the surrounding country side, nearly all of the countries and all of their areas score VS (Fig. 1).

- Water loss from ponds by evaporation and seepage

Annual water loss is estimated from precipitation over the pond and its embankments, evaporation is from the pond surface and seepage is assumed to be a constant. This factor would underestimate water balance in a reservoir that might be used to feed a number of ponds because the runoff from the catchment area is not included.

Many of the countries score high in this category meaning that rainfall compensates for losses through evaporation and seepage (Fig. 2).

- Soil and terrain suitability for ponds

This criterion takes into account physical properties of soils as well as the character of the terrain that affect engineering suitability for ponds and chemical properties that affect aquatic productivity. Much of the Caribbean Island States area rates S, or MS and there is relatively little area that is either VS or U (Fig. 3)

- Potential for agriculture by-products

Agriculture by-products can be important inputs for fish farming either as fertilizers or feeds and they are more important for small-scale fish farming than for commercial farming. The model predicts the availability of agricultural by-products on the basis of crop potential.

Few countries have significant areas that rate VS in this category; however, most countries do have large areas that rate S or MS (Fig. 4).

- Farm gate sales

This criterion depends on population density local to the farm site (within the same grid cell of approximately 9x9 km), but does not take into account purchasing power or disposable income. A number of countries score either VS or S (Fig. 5).

Farming System Criteria Combined

- Small-scale model

Combining the criteria weighted by their relative importance --annual water loss (51%), potential for agriculture by-products (19%), soil and terrain suitability (16%), and farm gate sales (14%)--produces a map of suitability for small-scale fish farming. Overall, most countries rate VS or S (Fig. 6). This outcome is strongly influenced by the relatively heavy weight placed on annual water loss.

- Commercial model

Combining the criteria weighted by their relative importance --market size and proximity (49%), annual water loss (27%), soil and terrain suitability (13%), farm gate sales (6%) and potential for agriculture by-products (5%)--produces a map of suitability for commercial fish farming. Overall, most countries rate mainly VS, or S (Fig. 7). This outcome is strongly influenced by the relatively heavy weights placed on market size and proximity and annual water loss.

- Fish Yield Models

Fish yield is based on models that predict monthly water temperatures and climatic conditions with food levels and harvest weights held constant.

At small-scale levels with minimum food levels and harvesting at 150 g, much of the Caribbean Island States area could produce from 1.3 to 1.7 crops/y of Nile tilapia (Fig. 8). Similarly, from 1.3 to 1.8 crops/y of carp could be produced, if harvested at 350g (Fig. 9).

At commercial levels of inputs and harvesting at 300 g, much of the Caribbean Island States area could produce from 1.8 to 2.4 crops/y of Nile tilapia (Fig. 10). Similarly, from 1.7 to 2.3 crops/y of carp could be produced, if harvested at 600g (Fig. 11).

Fish Farming Potential with Fish Yield Models and Small-Scale Models Combined

Combining the two kinds of models suggests that relatively high yields of Nile tilapia (Fig. 12) and carp (Fig. 13) could be obtained over relatively large areas of most countries where small-scale farming system conditions rate VS or S.

Fish Farming Potential with Fish Yield Models and Commercial Models Combined

Combining the two kinds of models suggests that relatively high yields of carp (Fig. 14) and Nile tilapia (Fig. 15) could be obtained over relatively large areas of most countries in the same locations where commercial farming system conditions rate VS or S.

Verification

Jamaica

- Urban market demand

Outcomes of the commercial model are heavily weighted by the factor “urban market demand”. Because the population of the Caribbean Island States is relatively dense, virtually all areas of all of the countries scored VS. Therefore, it is necessary to look closely at the other factors in order to better assess the predictions against the reality.

- Water temperature and growth

The growth model for tilapia predicts the maximum numbers of crops/y from commercial farms, from 1.8 to 2.4 at a harvest weight of 300 g, for all areas with the exception of small portions in the south of Haiti and the east of Dominican Republic.

In fact, in Jamaica commercially farmed tilapia are usually harvested at weights exceeding 300 g and the usual number of crops/y ranges from 1 to 3 (Fig. 16).

Water temperature records acquired from early morning observations in commercial ponds at Aquaculture Jamaica Ltd. in the southwest, (the farm is located in St. Elizabeth Parish) substantiate that temperature regimes favour high growth rates, as predicted. These records indicated occasional minima of 22° and 23° from August to January and 23° and 24° from April to August (Fig. 17).

- Water availability

The model predicts water availability based on gains through precipitation and losses through evaporation and seepage. This criterion does not apply well in Jamaica because fish farmers, in most cases, depend on water that is distributed for crop irrigation and for which there is a charge, or is obtained from deep wells, rivers or springs.

Water, however, is limiting because of its unavailability, or cost. Seven of 17 farms had problems of water availability either because of the drought at the time of the verification, or because of cost of purchase. Where water was being taken from a river or stream, pumping costs were mentioned as a constraint. There were 5 farms in which water was not mentioned as a constraint.

- Soil and Terrain Suitability

In Jamaica, four out of 21 sites were predicted to be MS for soil and terrain suitability and the remainder were predicted to be S. Of the four that rated MS, two were on flat areas, but in close proximity to steep hills and this probably influenced the outcome. At another site predicted to be MS, high seepage rates from some ponds were a serious problem. In the event neither soil quality nor terrain appeared to be limiting to the other sites visited that rated S.

- **Agriculture by-products as inputs**

The model predicts the availability of agriculture by-products on the basis of crop potential.

In Jamaica inorganic fertilizer is used to stimulate plankton production, but fish farmers utilize commercially formulated feeds, if they feed at all.

Therefore, this criterion does not apply well to the commercial farming situation in Jamaica.

- **Farm gate sales**

The model predicts potential for farm gate sales as a function of population density in close proximity to the farm.

Information about farm gate sales was obtained from 12 farms. At one-half of them such marketing was not practiced, or insignificant ($\leq 5\%$). Many of the commercial farms raise tilapia on contract. Therefore, the market is guaranteed and farm gate sales are unimportant.

Of the remaining 6, three farms depended entirely on farm gate sales and farm gate sales were predicted to be VS at 2 of them, but US at the other. Two other farms marketed one-half of their production in this way and at one of these sites the farm gate sales potential was predicted to be VS and US at the other. The location of one farm that sold from 15-20% of its production in this way was predicted to be US.

The proximity and condition of roads as well as competition obviously play an important role in success with farm gate sales as does the capability to market when fish are seasonally in greater demand (e.g., Easter).

Dominican Republic

- **Overview**

The situation in the Dominican Republic differed from that in Jamaica in that of prime importance at the sites visited was the giant freshwater prawn that is raised in semi-intensive polyculture with common carp. This afforded an opportunity to verify commercial model predictions for carp. Tilapia was of relatively little importance at the fish farms that were visited.

- **Urban market demand**

As explained, the situation in the Dominican Republic is the same as in Jamaica in that virtually all sites score VS due to high population density among the island states in comparison with continental Latin America. In practice, farmers transported fish from 60 to 200 km to urban markets with the median less than 100 km, often, at first, over poor roads.

- **Water temperature and growth**

The growth models for carp predict 1.7 to 2.3 crops/y, the maximum number of crops, with a harvest weight of 0.6 kg, for all of the Dominican Republic, except for small areas in the west central and south west.

All of the verification sites were in areas for which the maximum number of crops/y were predicted. In comparison, the verification data show harvest weights ranging from 0.2 to 2.7 kg and numbers of crops/y from 1.7 to 3 (Fig. 18). It has to be kept in mind that polyculture with prawn may condition the weight at which carp are harvested and the number of cycles per year obtained. The limited data suggest that actual results for carp are better than those predicted by the model.

Water temperatures, obtained as ranges of minimums and ranges of maximums at each farm indicate near optimum ranges for growth, except for one farm (Fig. 19).

- **Water availability**

In the Dominican Republic a large area in the east along the border with Haiti is predicted to be MS or US for water availability. Of the sites visited, all were predicted to be S or VS with regard to water. In fact, water availability was not mentioned as a constraint at any site, in contrast to Jamaica.

The most frequently used source of water was a river or stream with one-half of the ponds gravity fed. The other source was reservoirs via canals.

- **Soil and Terrain Suitability**

Soil and terrain suitability for ponds are predicted to be from US to MS for a large area running from the NW to the SE of the Dominican Republic. Of the 8 verification sites, 5 were predicted to be MS, 2 S and 1 VS. All but one of the sites was on flat terrain. Soil suitability for ponds was rated good at 6 sites and at 2 sites as fair. These latter two corresponded to sites where soil and terrain suitability were predicted to be only fair.

These results suggest that soil and terrain thresholds may be too stringent as actual conditions were better than predicted.

- **Agriculture by-products as inputs**

Much of the country is predicted to be MS for the availability of agriculture by-products and there are relatively small areas predicted to be US.

Predictions on the 8 farms were 1 VS, 3 S and 4 MS. In the event, only one farm was using an agriculture by-product, rice bran, as a fertilizer in an area predicted to be MS for this purpose. Two other farms were using mainly manures while the remaining 5 depended mainly on commercially formulated feeds as inputs.

Because 7 of the eight farms were semi-intensive, agriculture by-products would not have been considered as an important source of inputs.

- Farm gate sales

There are relatively small areas of the Dominican Republic that are predicted to be US or MS, mainly in the center, SW and SE.

Of the 8 farms, only 3 depended fully, or almost fully on farm gate sales of carp. Of these three, one was predicted to be VS, one S and the other, MS. Of the 5 farms not depending on farm gate sales, 3 were predicted to be MS for this purpose and other 2 farms, S.

In so far as population density reflects potential for farm gate sales, this criterion appears to be a fair predictor of farm gate sales in the Dominican Republic.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The results of this study indicate a favourable environment for inland fish farming among Caribbean island states in terms of temperature regimes stimulating good growth of fishes and human population densities sufficient to spur urban and local market demands.

The verification studies in Jamaica and the Dominican Republic clearly show that the predictions are indicative of potential for fish farming in ponds in a general way. However, the results are affected by a number of factors including the resolution of the study, and the relevance, limited number and weights applied to the criteria in order to make the models.

Resolution. The resolution of the study, 5 arc minutes, is relatively coarse for the island states. In effect, there are few predictions for the smaller ones because the grid cell size is large in relation to the area of some of the islands.

Relevance of criteria. The predictions have to be interpreted with local conditions in mind. For example, soil and terrain suitability for ponds and farm gate sales appeared to be fairly good predictors of actual conditions, but potential for agriculture by-products has little relevance because most production in Jamaica and the Dominican Republic was at a commercial level. Further, in Jamaica tilapia farming is highly dependent on the availability of piped water intended for irrigated agriculture, on a nearby river, or on ground water. Those able to access the latter two sources generally have done well and the two largest farms have one or the other source. Similarly, in the Dominican Republic a river was the most frequently used source of water.

Weights on criteria. The weights and thresholds placed on criteria for the development of the commercial and small-scale models were conceived with the continental conditions of Latin America in mind. For the Caribbean Island States different weightings and thresholds might be more appropriate. For example, as has been noted, with the population density and travel time thresholds used to establish the urban market demand criterion, virtually all of the Caribbean Island States area rates very suitable. Thresholds more in line with the relatively high population densities and relatively short travel times characteristic of the region could provide better estimates of urban market potential.

REFERENCES

- Chakalall, B. and P. Noriega-Curtis. 1992. Tilapia farming in Jamaica. In: Goodwin, M.H., S.M. Kau and G.T. Waugh (eds.) Proceedings, Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 41: 545-69.
- Fishery Information, Data and Statistics Unit. 1998. Aquaculture production statistics 1987-1996. FAO Fisheries. Circular No. 815, Rev. 10, Rome, FAO 197p.
- Jones, P.G. 1997. Rainfall. Machine readable dataset. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia
- Kapetsky, J.M. and S.S. Nath. 1997. A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America. COPESCAL Tech. Pap. No. 10. Rome, FAO: 128p.

ANNEX

GIS ANALYSIS FOR THE ASSESSMENT OF FISH FARMING POTENTIAL IN THE CARIBBEAN

by

Fabio Grita
FAO GIS Officer

INTRODUCTION

The methodology developed to assess potentials for fish farming in Central and Latin America was extended to the Caribbean area. The analysis was applied to two of the fish species examined for the Central and Latin America (Nile tilapia, and *Cyprinus carpio*) using the two models (commercial model and small-scale model) developed in the previous study. However this study concentrates on the following simulations:

Crops/year:

Tilapia	(75% feeding level, 300 g harvest weight)
Tilapia	(0.075 kg/m ³ CFB (Critical Fish Biomass), 150 g harvest weight)
Carp	(75% feeding level, 600 g harvest weight)
Carp	(0.075 kg/m ³ CFB, 350 g harvest weight)

GIS procedures which calculate suitability, produce maps and prepare statistics used for the Central and Latin America were modified and applied to the present study.

INPUTS

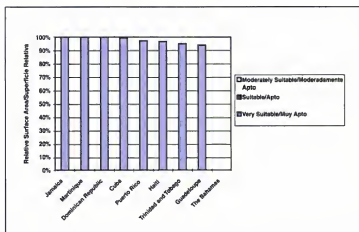
Simulations: The grids generated from the simulation model were not modified since Caribbean islands were already contained in the original grids of mean monthly temperature used as input data for this model.

Mean monthly rainfall: These grids were used to calculate the water loss from ponds. The Caribbean region was not included in the rainfall grids (at 5' x 5' resolution) that were used for the earlier Latin America study. Therefore, another data set - covering the same area including the Caribbean - provided by Jones (1997) at 10' x 10' resolution grids was used. The difference in resolution causes a decline in the accuracy of the data: comparing areas in South and Central America (adjacent to the Caribbean islands) of the two source grids, a difference between +/- 10 and 50 mm of rain was observed. Although, rigorously, the whole study should have been reduced to the coarser resolution to be consistent with the accuracy of the input data, it was decided to resample the rainfall grids to 5' x 5' cell size. The reason was that it was considered more important to maintain intact the information contained in the other

thematic grids (soils, mean monthly temperature, population density, road network, protected areas, water bodies, agricultural potential, city locations and size) and not alter the results of the analysis previously carried out. Therefore, the Caribbean area was extracted, resampled and matched with the previous layers by expanding the cells to exceed the coast line and then “clipping” the grids using the standard template. The result grids were merged with the original 5' x 5' resolution grids. Original grid names were maintained to avoid further modifications of the GIS procedures.

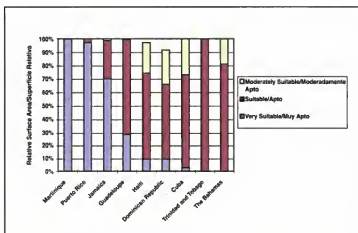
Other data sets: Caribbean islands were already embedded in the other themes used for the suitability assessment. Therefore no changes were made to these grids.

Models: No changes



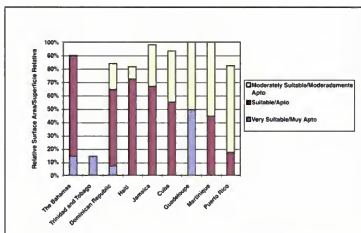
1. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of potential urban markets for commercial fish farming

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) de la potencialidad de los mercados urbanos para la piscicultura comercial



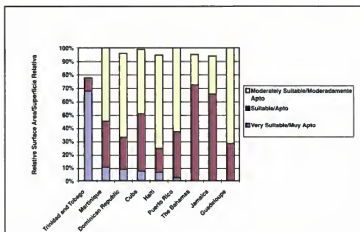
2. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of net annual water loss from ponds through evaporation and seepage

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) de la pérdida anual neta de agua de los estanques causada por evaporación y filtración



3. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of soil and terrain suitability for ponds

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) de suelos y terrenos de la aptitud para los estanques

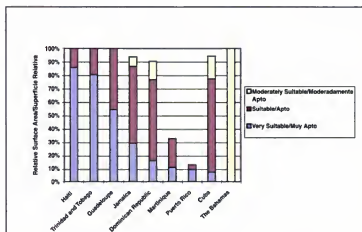


4. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of potential for agricultural by-products as feed and fertilizer inputs

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) del potencial para disponer de insumos provenientes de subproductos agrícolas, tales como piensos y fertilizantes

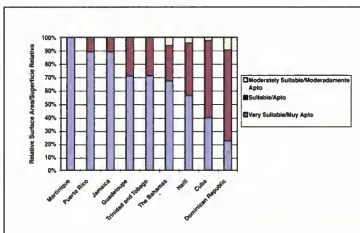


- Unsuitable/No Apto
- Marginally Suitable/Moderadamente Apto
- Suitable/Apto
- Very Suitable/Muy Apto



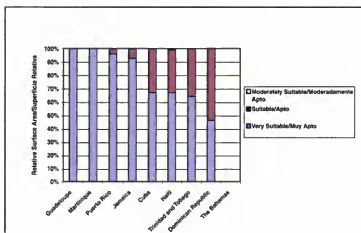
5. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of potential for farm gate sales

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) del potencial para ventas en la granja



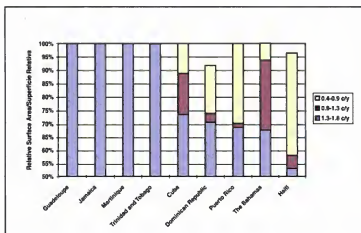
6. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of suitability for small-scale fish farming

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) de la aptitud para la piscicultura de pequeña escala



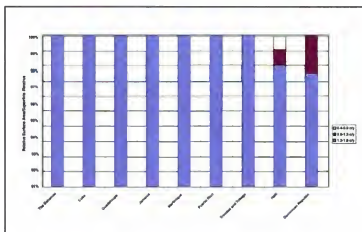
7. Spatial distribution (map) and relative area (histogram) of suitability for commercial fish farming

Distribución espacial (mapa) y superficie relativa (histograma) de la aptitud para la piscicultura comercial



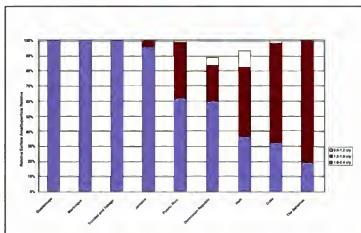
8. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year (histogram) of Nile tilapia with a CFB (critical fishbiomass) of 0,075 kg/m² and harvested at 150 g

Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa con rendimiento (histograma) de la tilapia del Nilo con una BIC (biomasa íctica crítica) de 0,075 kg/m² y cosechada con 150 g

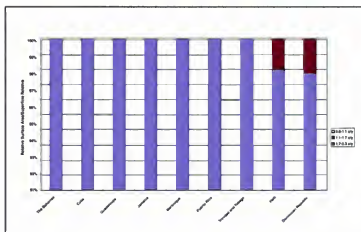


9. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year (histogram) of carp with a CFB of 0.075 kg/m² and harvested at 350 g

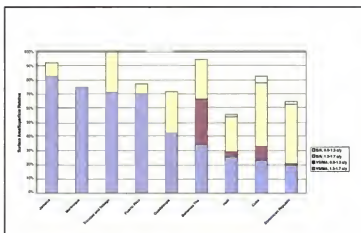
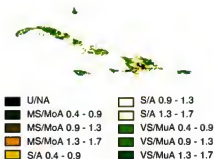
Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa con rendimiento en cosechas anuales (histograma) de la carpa con una BIC de 0,075 kg/m³ y cosechada con 350 g



10. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year (histogram) of Nile tilapia fed at 75% satiation and harvested at 300 g
 Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa - rendimiento en cosechas anuales (histograma) de la tilapia del Nilo alimentada al 75% de saciedad y cosechada con 300 g

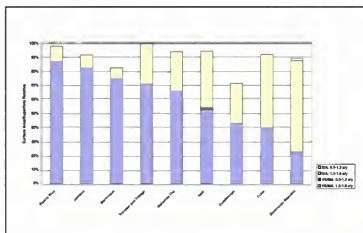
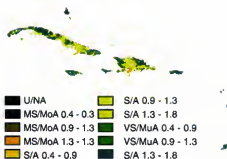


11. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year (histogram) of carp fed at 75% satiation and harvested at 600 g
 Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa - rendimiento en cosechas anuales (histograma) de la carpa alimentada al 75% de saciedad y cosechada con 600 g



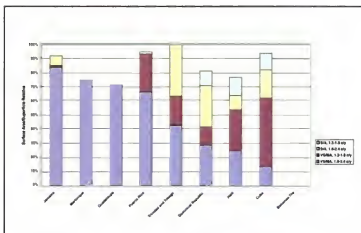
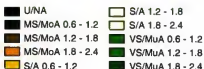
12. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year with suitability for small-scale fish farming (histogram) of Nile tilapia with a CFB of 0,075 kg/m² and harvested at 150 g

Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa - rendimiento en cosechas anuales con aptitud para la piscicultura de pequeña escala (histograma) de la tilapia del Nilo con una BIC de 0,075 kg/m² y cosechada con 150 g



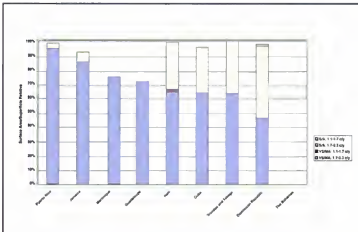
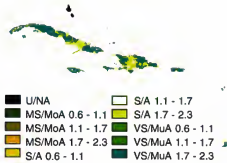
13. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year with suitability for small-scale fish farming (histrogram) of carp with a CFB of 0,075 kg/m' and harvested at 350 g

Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa - rendimiento en cosechas anuales con aptitud para la piscicultura de pequeña escala (histograma) de la carpa con una BIC de 0,075 kg/m' y cosechada con 350 g



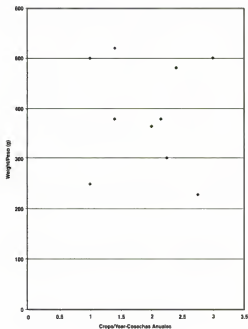
14. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination in crops/year with suitability for commercial fish farming (histogram) of Nile tilapia fed at 75% satiation and harvested at 300 g

Distribución espacial (mapa) y combinación de superficie relativa - rendimiento en cosechas anuales con aptitud para la piscicultura comercial (histograma) de la tilapia del Nilo alimentada al 75% de saciedad y cosechada con 300 g



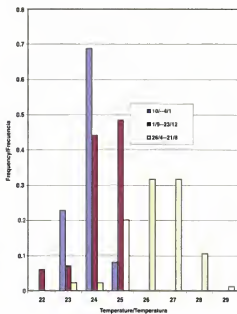
**15. Spatial distribution (map) and relative surface area - yield combination
in crops/year with suitability for commercial fish farming
(histogram)
of carp fed at 75% satiation and harvested at 600 g**

Distribución espacial (mapa) y combinación superficie relativa - rendimiento en cosechas
anuales con aptitud para la piscicultura comercial (histograma) de la carpa alimentada
al 75% de saciedad y cosechada con 600 g



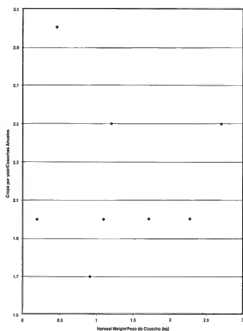
16. Numbers of crops per year and weight at harvest of tilapia in Jamaica

Número de cosechas anuales y peso de cosecha de la tilapia en Jamaica



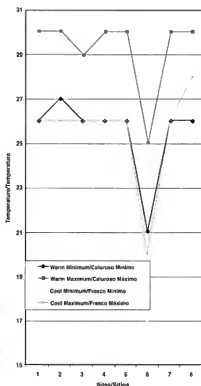
17. Early morning water temperature in three ponds in Jamaica

Temperatura del agua tomada en las primeras horas de la mañana en tres estanques de Jamaica



18. Numbers of crops per year and weight at harvest of tilapia in the Dominican Republic
Número de cosechas anuales y peso de cosecha de la tilapia, en la República Dominicana

19. Minimum and maximum warm season and cool seasons pond temperatures in the Dominican Republic
Temperaturas máximas y mínimas en los estanques durante la estación calurosa y la estación fresca en la República Dominicana



INTRODUCCIÓN

Este informe es una ampliación de una investigación anterior titulada "Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuícola en América Latina" (Kapetsky y Nath, 1997), que inicialmente se proponía incluir a los Estados Insulares del Caribe. Sin embargo, eso no fue posible porque el acopio de los datos necesarios sobre precipitaciones en esta zona no pudo concluirse a tiempo. La disponibilidad de tales datos en la actualidad ha permitido llevar adelante la idea original del estudio.

LA PISCICULTURA DULCEACUÍCOLA EN LOS ESTADOS INSULARES DEL CARIBE

La producción pesquera dulceacuícola en los Estados Insulares del Caribe era modesta en 1996 (Dependencia de Información, Datos y Estadísticas de Pesca, 1998), y ascendía a unas 33,500 Tm., el 83% de la cual era aportada por Cuba y se componía casi exclusivamente de carpa plateada y tilapias. Jamaica producía unas 3000 Tm, casi exclusivamente de tilapias. La República Dominicana tenía una producción de casi 400 Tm, cuyas especies más importantes eran tilapias, carpas comunes y camarones gigantes de río. La producción de la piscicultura dulceacuícola está aumentando en Cuba y en Jamaica, pero en los últimos años ha disminuido considerablemente en la República Dominicana. Entre los otros estados insulares esta producción es relativamente insignificante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general

El estudio de la potencialidad para la piscicultura continental entre los Estados Insulares del Caribe se basa en métodos utilizados en un estudio anterior para estimar la potencialidad para la piscicultura dulceacuícola en América Latina. Se aplicaron cuatro criterios para estimar el potencial de la piscicultura de pequeña escala en estanques: la pérdida de agua, el potencial para ventas en la granja, la aptitud del terreno y de los suelos para la construcción de estanques y la disponibilidad de subproductos agrícolas para utilizar como fertilizantes o alimento para ganado. A éstos se agregó un quinto criterio para estimar la potencialidad para la piscicultura comercial: la potencialidad del mercado urbano. Estos criterios se sometieron a diversas ponderaciones, siguiendo las sugerencias de especialistas en el tema, con el fin de formular modelos de piscicultura de pequeña escala y comercial. Se hicieron pronósticos sobre los números de cosechas anuales de tilapia del Nilo y carpa común basados en variables climáticas mensuales. También se hicieron simulaciones de los rendimientos de la producción en escalas pequeña y comercial mediante variaciones en los índices de alimentación y en los tamaños de los peces al cosecharlos. Al combinar los modelos de producción comercial y de pequeña escala con las simulaciones de la producción pesquera se obtuvieron clasificaciones generales de la aptitud global de cada cuadrícula de cinco minutos de arco (de aproximadamente 9 x 9 km). Se realizaron verificaciones de campo en Jamaica y en la República Dominicana.

Datos y análisis

Todos los datos y análisis de este estudio son idénticos a los descritos por Kapetsky y Nath (1997), con excepción de los correspondientes a la precipitación. Los lectores pueden encontrar mayores detalles en la mencionada publicación.

Los datos sobre precipitaciones mensuales se obtuvieron de Jones (1997), en la forma de imágenes interpoladas a una resolución de 10 minutos de arco. El proceso de interpolación fue ponderado por el inverso al cuadrado de la distancia considerada hasta las cinco estaciones climáticas más cercanas, con una tasa de corrección del modelo de elevación NOAA TGP0006 con una cuadrícula de 10 minutos.

Verificación

Las verificaciones en terreno fueron efectuadas en Jamaica y en la República Dominicana por uno de los autores o por ambos, con la participación de especialistas conocedores de los lugares, que les ayudaron en la selección de las granjas y en las entrevistas. Se utilizó un receptor GPS para seleccionar los sitios.

Jamaica

Se recurrió a un estudio anterior de Chakalall y Noriega-Curtis (1992) para seleccionar los sectores geográficos donde trabajar, es decir, aquéllos con mayor actividad de cultivo de tilapia, a objeto de poder trabajar con el mayor número posible de lugares dentro del corto tiempo disponible para el ejercicio. Además, dicho estudio había señalado que en los resultados predominaban las granjas comerciales de mayor tamaño y que éstas eran las más comunes. Así pues, en la selección de los sitios para efectuar la verificación se dio preferencia a las granjas comerciales.

La República Dominicana

En la República Dominicana la ubicación de los 11 sitios seleccionados se efectuó mediante el GPS y se efectuaron entrevistas en 12 sitios. Los sitios visitados fueron seleccionados con la ayuda de un consultor nacional en acuicultura. Es preciso mencionar que una serie de granjas estaban fuera de producción en esa época, por diversos motivos.

Análisis

Se utilizaron las ubicaciones de las granjas para consultar al SIG tanto el pronóstico de la aptitud para la acuicultura comercial y de pequeña escala como el número de cosechas anuales de tilapia del Nilo y de carpa, correspondientes a esos sitios.

RESULTADOS

Mapas e histogramas

Los resultados de cada uno de dichos criterios se presenta en dos formas: con un mapa y un histograma para cada uno de ellos. El mapa muestra la distribución espacial de cuatro categorías de aptitud:

Muy apta (MA)

Apta (A)

Moderadamente apta (MDA)

No apta (NA)

El histograma muestra la cantidad de superficie relativa que corresponde a cada categoría de aptitud en cada país. Para simplificar, se han mostrado sólo las primeras tres categorías: MA, A y MDA.

Criterios para el sistema de explotación piscícola

- Tamaño y proximidad del mercado

Estos criterios se basan en la densidad demográfica de los centros urbanos y en el tiempo estimado que demorra el desplazamiento hasta los mercados de dichos centros.

Dado que en la mayoría de los países insulares del Caribe la población es relativamente densa y que hay muchos centros urbanos cercanos unos a otros y a las zonas rurales circundantes, casi todos los países y todas sus zonas clasifican en la categoría de MA (Fig. 1).

- Pérdida de agua de los estanques por evaporación y filtración

La pérdida anual de agua se calcula a base de la precipitación caída sobre el estanque y sus terraplenes.

Muchos de los países tienen una clasificación alta en esta categoría, es decir, que las precipitaciones compensan las pérdidas por evaporación y filtración (Fig. 2).

- **Aptitud del suelo y del terreno para construir estanques**

Este criterio tiene en cuenta las propiedades físicas de los suelos, así como las características del terreno que afectan la aptitud para las obras de ingeniería necesarias para construir estanques, así como las propiedades químicas que afectan la productividad de las aguas. Gran parte de los terrenos de los Estados Insulares del Caribe clasifican como A o MDA; existe una superficie relativamente pequeña que clasifica sea como MA o NA (Fig. 3)

- **El potencial de producción de subproductos agrícolas**

Los subproductos agrícolas pueden ser importantes insumos para la piscicultura, sea como fertilizantes o como alimentos y son más importantes para la piscicultura de pequeña escala que para la de carácter comercial. El modelo pronostica la disponibilidad de subproductos agrícolas sobre la base del potencial para la producción de cultivos.

Pocos países cuentan con superficies suficientemente extensas que clasifiquen como MA en este criterio; por el contrario, la mayoría de los países efectivamente cuentan con extensas áreas que clasifican como A o MDA (Fig. 4).

- **Ventas en la granja**

Este criterio depende de la densidad de la población de la localidad donde está situada la granja (dentro de la misma celda de la cuadrícula de aproximadamente 9x9 km), pero no tiene en cuenta el poder adquisitivo o la parte del ingreso disponible para gastos. Una serie de países califican sea como MA o A (Fig. 5).

Combinación de los Criterios de Explotación Piscícola

- **Modelo de pequeña escala**

La combinación de los criterios ponderados según su importancia relativa -- pérdida anual de agua (51%), potencial de producción de subproductos agrícolas (19%), aptitud del suelo y del terreno (16%), y ventas en la granja (14%) -- produce un mapa de la aptitud para la piscicultura de pequeña escala. En general, la mayoría de los países califican como MA o A (Fig. 6). La ponderación relativamente alta de la pérdida anual de agua incide significativamente sobre este resultado.

- **Modelo comercial**

Combinando los criterios ponderados según su importancia relativa -- tamaño y proximidad del mercado (49%), pérdida anual de agua (27%), aptitud del terreno y del suelo (13%), ventas en la granja (6%) y el potencial de subproductos agrícolas (5%) -- se prepara un mapa de la aptitud para la piscicultura comercial. En términos generales, la mayoría de los países califica principalmente como MA o A (Fig. 7). La ponderación relativamente alta que se asigna al tamaño y a la proximidad del mercado y a la pérdida anual de agua influye significativamente sobre este resultado.

- Modelos de rendimientos icticos

El rendimiento ictico se basa en modelos que pronostican las temperaturas mensuales del agua y las condiciones climáticas, manteniendo constantes los índices de alimentación y los pesos de cosecha.

En pequeña escala, manteniendo los índices de alimentación al mínimo y la cosecha en 150 g, en gran parte de la superficie de los Estados Insulares del Caribe se podrían producir desde 1,3 a 1,7 cosechas/a de tilapia del Nilo (Fig. 8). Con las mismas condiciones, se podrían producir entre 1,3 y 1,8 cosechas/a de carpa, si se cosecharan con 350 g (Fig. 9).

Con insumos a escala comercial y cosechas a 300 g, se podrían producir de 1,8 a 2,4 cosechas/a de tilapia del Nilo (Fig. 10) en gran parte de la superficie de los Estados Insulares del Caribe. De igual modo, se podrían producir entre 1,7 y 2,3 cosechas/a de carpa, si se cosecharan con 600g (Fig. 11).

Potencial para la piscicultura según la combinación de los modelos de rendimiento ictico con los modelos de producción en pequeña escala

La combinación de los dos tipos de modelos señala que podrían obtenerse rendimientos comparativamente altos de carpa (Fig. 12) y de tilapia del Nilo (Fig. 13), en zonas relativamente extensas de la mayoría de los países donde las condiciones para la piscicultura de pequeña escala son MA ó A.

Potencial para la piscicultura según la combinación de los modelos de rendimiento ictico con los modelos de producción a escala comercial

La combinación de los dos tipos de modelos sugiere que podrían obtenerse rendimientos relativamente altos de carpa (Fig. 14) y de tilapia del Nilo (Fig. 15) en zonas más o menos extensas de la mayoría de los países, en las mismas localidades donde las condiciones para la explotación piscícola comercial clasifican como MA o A.

Verificación

Jamaica

- Demanda del mercado urbano

El factor "demanda del mercado urbano" tiene una significativa ponderación en los resultados del modelo comercial, en razón de que la población de los Estados Insulares del Caribe es relativamente densa, lo que determinó que prácticamente todas las zonas de todos los países resultaran ser MA. Por consiguiente, es necesario analizar minuciosamente todos los otros factores, con el fin de evaluar los pronósticos contrastándolos con la realidad.

- Temperatura del agua y crecimiento

El modelo de crecimiento de la tilapia pronostica el mayor número de cosechas/a de las granjas comerciales, las que fluctúan entre 1,8 y 2,4 con un peso de cosecha de 300 g, en

todas las zonas, con excepción de pequeñas extensiones al sur de Haití y al este de la República Dominicana.

De hecho, en Jamaica, la tilapia cultivada comercialmente se cosecha generalmente con pesos que sobrepasan los 300 g y el número usual de cultivos/a oscila entre 1 y 3 (Fig. 16).

Los registros de la temperatura del agua obtenidos mediante tempranas observaciones matutinas en la granja piscícola comercial 'Aquaculture Jamaica Ltd.' en el sudoeste, (que está situada en el distrito St. Elizabeth) prueban que los regímenes de temperatura favorecen los altos índices de crecimiento, tal como lo señalan los pronósticos. Estos registros indicaban mínimas ocasionales de 22° y 23°C desde agosto hasta enero y de 23° y 24°C desde abril hasta agosto (Fig. 17).

- **Disponibilidad de agua**

El modelo pronostica la disponibilidad de agua sobre la base de las ganancias provenientes de las precipitaciones y de las pérdidas ocasionadas por la evaporación y la filtración. Este criterio no se aplica bien a Jamaica, porque en la mayoría de los casos los acuicultores dependen del agua que se distribuye para riego de cultivos, lo que tiene un costo monetario; o del agua que se obtiene de pozos profundos, de ríos o de vertientes.

Así pues, el agua es un factor limitante debido a su falta de disponibilidad o a su costo. Siete de las 17 granjas tenían problemas de disponibilidad de agua sea a causa de la sequía predominante en el momento de la verificación, o debido al costo de su obtención. En los casos en que se estaba extrayendo agua de un río o arroyo, se mencionaban los costos de bombeo como un factor limitante. Sólo cinco granjas no mencionaron que la falta de agua fuera un obstáculo.

- **Aptitud del suelo y del terreno**

En Jamaica, se pronosticaron cuatro de los 21 sitios como MDA en cuanto a la aptitud del suelo y del terreno, mientras que el resto fue pronosticado como A. De los cuatro calificados como MDA, dos estaban en áreas planas, pero muy cercanas a cerros empinados, lo que probablemente influyera en el resultado. En otro de estos sitios se mencionó que las altas tasas de filtración observadas en algunos estanques constituyan un serio problema. En cuanto a los otros sitios visitados que se clasificaron como A, al parecer ni la calidad del suelo ni del terreno representaban un factor limitante.

- **Subproductos agrícolas como insumos**

El modelo pronostica la disponibilidad de subproductos agrícolas sobre la base de la potencialidad para la producción de cultivos.

En Jamaica, se utiliza fertilizante inorgánico para estimular la producción de plankton, pero los piscicultores utilizan alimentos de formulación comercial, si acaso agregaran alguna alimentación a sus peces.

Por consiguiente, este criterio no se aplica bien a la situación de la piscicultura comercial en Jamaica.

- **Ventas en la granja**

El modelo pronostica el potencial para ventas en la granja como una función de la densidad demográfica en la zona aldeaña a la granja.

Se obtuvo información al respecto en 12 granjas. En la mitad de ellas no se practicaba dicha comercialización o ésta era insignificante ($\leq 5\%$). Muchas de las granjas comerciales crían tilapia bajo contrato. Por lo tanto, el mercado está garantizado y las ventas en la granja no tienen ninguna importancia.

De las seis restantes, tres dependían exclusivamente de las ventas en la granja misma y se pronosticó que tales ventas eran MA en dos de ellas, pero NA en la otra. Dos de las otras granjas vendían la mitad de su producción en la granja misma y en una de ellas se pronosticó que el potencial de tales ventas era MA y NA en la otra. El sitio que ocupaba la única granja que vendía entre el 15 y el 20% de su producción de esta manera se pronosticó como NA.

Es evidente que la proximidad y la condición de los caminos, así como la competencia, cumplen una función importante en el éxito en las ventas en la granja, como también la cumple la capacidad de vender en un momento en que el pescado tenga la mayor demanda estacional (por ej. durante la semana santa).

República Dominicana

- **Panorama general**

La situación en la República Dominicana era diferente a la de Jamaica, por cuanto en los sitios visitados, el cultivo del camarón gigante de agua dulce, cultivado semi-intensivamente junto con la carpa común, tenía importancia primordial. Esto permitió verificar los pronósticos del modelo comercial de producción de carpa. La tilapia tenía relativamente poca importancia en las granjas piscícolas visitadas.

- **Demanda del mercado urbano**

Como ya se ha dicho, la situación en la República Dominicana es la misma que en Jamaica en el sentido de que prácticamente todos los sitios clasifican como MA debido a la alta densidad demográfica predominante en los estados insulares, por contraste con la parte continental de América Latina. En la práctica, los piscicultores transportaban pescado a distancias de 60 a 200 km hasta los mercados urbanos, en que la media era inferior a 100 km, con frecuencia por caminos malos, sobre todo en los primeros tramos.

- **Temperatura del agua y crecimiento**

Los modelos de crecimiento de la carpa para toda la República Dominicana pronostican entre 1,7 y 2,3 cosechas/a como máximo, con un peso de 0,6 kg, excepto en pequeñas zonas del centro-oeste y del suroeste.

Todos los sitios de la verificación estaban situados en zonas donde se había pronosticado el mayor número de cosechas/a. En cambio, los datos de la verificación demuestran que los pesos de cosecha fluctúan entre 0,2 y 2,7 kg y que el número de cosechas/a varía de 1,7 a 3 (Fig. 18). Debe tenerse presente que el policultivo con el camarón puede condicionar el peso con que se cosecha la carpa y el número de ciclos que se obtiene anualmente. Los limitados datos disponibles sugieren que los resultados que efectivamente se obtienen con la carpa son mejores que los pronosticados por el modelo.

Las temperaturas del agua, obtenidas como series de mínimas y series de máximas en cada granja, señalan los rangos casi óptimos de crecimiento, con la excepción de una granja (Fig. 19).

- Disponibilidad de agua

Una vasta zona al este de la República Dominicana, a lo largo de su frontera con Haití, se pronosticó como MDA o NA en cuanto a disponibilidad de agua. Todos los sitios visitados se pronosticaron como A o MA con respecto al agua. De hecho, la disponibilidad de este elemento no se mencionó como una desventaja en ningún sitio, por oposición a lo que sucede en Jamaica.

La fuente de agua utilizada con mayor frecuencia es un río o un arroyo y la mitad de los estanques son alimentados por gravedad. Los embalses constituyen la otra fuente de abastecimiento, y el agua es conducida a través de canales.

- Aptitud del suelo y del terreno

La aptitud del terreno y del suelo para construir estanques se pronosticó entre NA y MDA en extensas zonas a lo largo del NO y el SE de la República Dominicana. De los 8 sitios de verificación, 5 se pronosticaron como MDA, 2 como A y 1 como MA. Todos los sitios, con excepción de uno, estaban en terrenos planos. La aptitud de los suelos para estanques fue clasificada como buena en 6 sitios y como regular en 2 de ellos. Estos dos últimos correspondían a sitios cuya aptitud del terreno y del suelo se pronosticó solamente como regular.

Estos resultados sugieren que los umbrales del terreno y del suelo pueden ser demasiado estrictos, puesto que las condiciones reales eran mejores que las pronosticadas.

- Subproductos agrícolas como insumos

El pronóstico señala que gran parte del país es MDA respecto a la disponibilidad de subproductos agrícolas y las zonas pronosticadas como NA son relativamente pequeñas.

Los pronósticos de las 8 granjas eran: 1 MA, 3 A y 4 MDA. En la práctica, sólo una piscicultura estaba usando un subproducto agrícola, salvado de arroz, como fertilizante en una zona que había sido pronosticada como MDA para este fin. Las otras dos granjas estaban utilizando principalmente estiércol, mientras que las 5 restantes dependían principalmente de alimentos de formulación comercial como insumos.

Debido a que siete de las ocho granjas tenían cultivos semi-intensivos, los subproductos agrícolas no se habrían considerado como una importante fuente de insumos.

- **Ventas en las granjas**

Hay zonas relativamente pequeñas de la República Dominicana que se pronostiquen como NA o MDA respecto a este criterio, y ellas se encuentran principalmente en el centro, SO y SE.

De las ocho (8) granjas, solamente tres (3) dependían completa o casi completamente de las ventas de carpa en la granja misma. De estas tres, una se pronosticó como MA, otra como A y la última como MDA. De las cinco granjas que no dependían de tales ventas, 3 se habían pronosticado como MDA para este fin y otras dos como A.

En cuanto a que la densidad demográfica refleja la potencialidad para las ventas en la granja, este criterio parece constituir una herramienta adecuada para pronosticar las ventas en la granja en la República Dominicana.

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que entre los Estados Insulares del Caribe existe un ambiente favorable para la piscicultura continental en cuanto a regímenes de temperatura que estimulan el buen crecimiento de peces, además de densidades demográficas suficientes para estimular las demandas de los mercados local y urbano.

Los estudios de verificación realizados en Jamaica y en la República Dominicana demuestran claramente que los pronósticos son indicios de que, en términos generales, existe la potencialidad para la piscicultura en estanques. Con todo, los resultados se han visto afectados por una serie de factores; entre ellos, la resolución del estudio, el escaso número y la pertinencia de los criterios y ponderaciones se les aplicaron para elaborar los modelos.

Resolución. La resolución del estudio, de 5 minutos de arco, es relativamente baja para los estados insulares. En efecto, hay escasos pronósticos para los más pequeños porque el tamaño de la celda de cuadrícula es grande en relación con la superficie de algunas de las islas.

Pertinencia de los criterios. Los pronósticos tienen que interpretarse teniendo en mente las condiciones locales. Por ejemplo, al parecer la aptitud del suelo y del terreno para la construcción de estanques y las ventas en la granja constituyeron factores relativamente buenos para pronosticar las condiciones reales, pero el potencial para subproductos agrícolas tenía escasa pertinencia, porque la mayor parte de la producción de Jamaica y de la República Dominicana era de carácter comercial. Además, en Jamaica, el cultivo de tilapia dependía en alto grado del agua conducida por tuberías destinada a la agricultura con riego, de la proveniente de un río próximo o de aguas subterráneas. Quienes tenían acceso a estas dos últimas fuentes de agua generalmente habían obtenido buenos resultados, y las dos granjas más grandes tenían una u otra de estas fuentes. De igual modo, en la República Dominicana el agua de un río era la fuente utilizada con mayor frecuencia.

Ponderaciones asignadas a los criterios. Las ponderaciones y los umbrales asignados a los criterios para el desarrollo de los modelos de producción comercial y de pequeña escala se concibieron de conformidad con las condiciones imperantes en la zona continental de América Latina. En el caso de los Estados Insulares del Caribe, es posible que otras ponderaciones y umbrales resultaran más apropiados. Por ejemplo, se ha observado que con los umbrales de densidad demográfica y tiempo de viaje aplicados para establecer el criterio de la demanda del mercado urbano, la zona que ocupan prácticamente todos los Estados Insulares califica como muy apta. Los umbrales que concuerdan más con las densidades demográficas relativamente altas y los tiempos de desplazamiento relativamente cortos de la región podrían arrojar mejores estimaciones del potencial del mercado urbano.

REFERENCIAS

- Chakalall, B. and P. Noriega-Curtis. 1992. Tilapia farming in Jamaica. En: Goodwin, M.H., S.M. Kau and G.T. Waugh (eds.) Proceedings, Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 41: 545-69.
- Fishery Information, Data and Statistics Unit. 1998. Aquaculture production statistics 1987-1996. FAO Fisheries. Circular No. 815, Rev. 10, Rome, FAO 197p.
- Jones, P.G. 1997. Rainfall. Machine readable dataset. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Kapetsky, J.M.y S.S. Nath. 1997. Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuicola en América Latina. COPESCAL Doc. Técnico. No. 10. Roma, FAO: 128p.

ANEXO

ANÁLISIS CON UN SIG PARA EVALUAR LA POTENCIALIDAD PARA LA
PISCICULTURA EN EL CARIBE

por

Fabio Grita

Oficial de SIG de la FAO

INTRODUCCIÓN

La metodología desarrollada para evaluar la potencialidad para la piscicultura en América Latina fue ampliada para incluir la zona del Caribe. Este análisis se aplicó a dos de las especies estudiadas en América Latina y en Centroamérica (tilapia del Nilo y Carpa común) recurriendo a los dos modelos (de producción comercial y de pequeña escala) desarrollados en el estudio previo. Con todo, el presente estudio se concentra en las siguientes simulaciones:

Cosechas/año:

Tilapia	(alimentación al 75% de saciedad, 300 g peso de cosecha)
Tilapia	(BIC de 0.075 kg/m ³ , 150 g peso de cosecha)
Carpa	(alimentación al 75% de saciedad, 600 g peso de cosecha)
Carpa	(BIC de 0.075 kg/m ³ , 350 g peso de cosecha)

Para realizar este estudio, se modificaron los procedimientos del SIG con que se calcularon las diversas aptitudes y se prepararon los mapas y cuadros estadísticos utilizados en el estudio para América Latina y Centroamérica.

INSUMOS

Simulaciones: No se modificaron las cuadrículas generadas con el modelo de simulación, ya que las islas del Caribe estaban incluidas en las cuadrículas originales sobre temperaturas medias mensuales utilizadas como datos para alimentar este modelo.

Precipitación media mensual: Estas cuadrículas se utilizaron para calcular la pérdida de agua de los estanques. La Región del Caribe no se incluyó en las cuadrículas sobre precipitaciones (a 5' x 5' de resolución) que se aplicaron en el estudio previo para América Latina. Por consiguiente, se recurrió a otro conjunto de datos proporcionado por Jones (1997), que tenía 10' x 10' de resolución y que abarcaba la misma región e incluía al Caribe. La diferencia en la resolución origina una pérdida de precisión en los datos. En efecto, al comparar zonas de

Centroamérica y Sudamérica (adyacentes a las islas caribeñas) de las dos cuadrículas de base, se observó una diferencia que fluctuaba entre +/- 10 y 50 mm de lluvias. Si bien en términos rigurosos, todo el estudio debió haberse reducido a la resolución más baja, para que concordara con la precisión de los datos alimentados, se optó por volver a sacar una muestra de las cuadrículas de precipitación con celdas de 5' x 5'. Esto se justificaba porque se estimó más importante mantener intacta la información contenida en las cuadrículas temáticas (suelos, temperatura media mensual, densidad demográfica, red caminera, áreas protegidas, cuerpos de aguas, potencial agrícola, ubicación y tamaño de centros urbanos) y no alterar los resultados del análisis ya efectuado. Así pues, se extrajo la zona del Caribe, la que se volvió a muestrear y se comparó con las estratas previas, ampliando las celdas para rebasar la línea costera. A continuación se "recortaron" las cuadrículas usando la plantilla estándar. Las cuadrículas resultantes se fusionaron con las de 5' x 5' de resolución. Se mantuvieron los nombres originales de las cuadrículas, con el fin de evitar seguir modificando los procedimientos del SIG.

Otros conjuntos de datos: Las islas caribeñas ya estaban incluidas en los otros factores utilizados para la evaluación de la aptitud. Por consiguiente, no se introdujeron cambios en esas cuadrículas.

Modelos: Sin cambios.

This report describes the potential for inland fish farming among the Caribbean island States based on methods used in an earlier study for Latin America (A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America, COPESCAL Technical Paper No. 10, 1997). Four criteria were used to estimate potential for small-scale fish farming in ponds: water loss, potential for farmgate sales, soil and terrain suitability for ponds and availability of agricultural by-products as feed or fertilizer inputs. A fifth criterion was added in order to estimate potential for commercial fish farming: urban market potential. These criteria were weighted in different ways to make small-scale and commercial fish farming models. The numbers of crops per year of Nile tilapia and common carp were predicted based on monthly climatic variables. Small-scale and commercial-level outputs were simulated by varying feeding levels and harvest sizes. Combining the small-scale and commercial models with the simulations of fish production provided overall suitability ratings for each 5 arc minute grid (approximately 9×9 km). Field verifications were carried out in Jamaica and the Dominican Republic. The results suggest good potential for freshwater fish farming among many of the Caribbean island States, with relatively large areas rated very suitable or suitable for the combined criteria and with relatively high crops per year predicted for the species considered. The results of the field verifications indicated the importance of local knowledge for the interpretation of the predictions.

Este Informe describe el potencial de la piscicultura continental en los Estados insulares del Caribe, sobre la base de una metodología aplicada en un estudio anterior sobre América Latina (Una evaluación estratégica de la potencialidad para la piscicultura dulceacuicola en América Latina, COPESCAL, Documento Técnico, N° 10, 1997). Se aplicaron cuatro criterios a la piscicultura de pequeña escala en estanques: pérdida de agua, ventas en la granja, aptitud del terreno y del suelo para la construcción de estanques y disponibilidad de subproductos agrícolas como insumos en cuanto a fertilizantes o alimentos para animales. A éstos se agregó un quinto criterio referido a la piscicultura comercial, a saber, el potencial del mercado urbano. Estos criterios se ponderaron de diversas maneras para elaborar modelos de piscicultura comercial y de pequeña escala, de conformidad con una asesoría especializada. Se hicieron pronósticos sobre el número de cosechas anuales de tilapia del Nilo y de carpa común sobre la base de variables climáticas mensuales. Efectuando variaciones en los índices de alimentación y en los tamaños de los peces al cosecharlos, se simuló rendimientos de la producción comercial y de pequeña escala. Al combinar los modelos de producción comercial y de pequeña escala con las simulaciones de la producción pesquera se obtuvieron clasificaciones generales de la aptitud global de cada cuadrícula de cinco minutos de arco (de aproximadamente 9×9 km). Se realizaron verificaciones de campo en Jamaica y en la República Dominicana. Los resultados sugieren que muchos de los Estados insulares del Caribe presentan un buen potencial para la acuicultura dulceacuicola, cuentan con zonas relativamente extensas que se consideran muy aptas o aptas para las combinaciones de criterios, y permiten alcanzar un rendimiento relativamente alto de cosechas de las especies consideradas. Las verificaciones de campo señalaron la importancia que tiene el conocimiento local para la interpretación de los pronósticos.

ISBN 92-5-004211-6 ISSN 0532-840X



M-44

X03328/1/11 98/1500